

18.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 9 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 2 7 3 0 2 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 2 7 3 0 2 9]

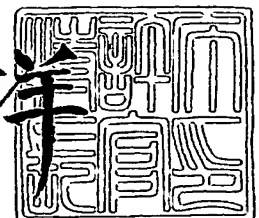
出 願 人 N T N 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 5 年 1 月 7 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 1 2 0 4 6 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 DP040172
【提出日】 平成16年 9月21日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F16C 19/00
【発明者】
 【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN株式会社内
 【氏名】 毛利 信之
【特許出願人】
 【識別番号】 000102692
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号
 【氏名又は名称】 NTN株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100091409
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 英彦
 【電話番号】 06-6120-5210
 【連絡先】 担当
【選任した代理人】
 【識別番号】 100096792
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 森下 八郎
 【電話番号】 06-6120-5210
【選任した代理人】
 【識別番号】 100091395
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 吉田 博由
 【電話番号】 06-6120-5210
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 184171
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

内外の軌道輪の間に複列に球面ころを配置した複列自動調心ころ軸受において、
一方列の球面ころのころ長さを L_1 、他方列の球面ころのころ長さを L_2 、他方列の球面ころと軌道輪との接触面に生ずる接触だ円の長径を A としたとき、

$L_2 < L_1$ 、

$L_2 > A$

の寸法関係が成立することを特徴とする、複列自動調心ころ軸受。

【請求項 2】

外輪が、軸方向に並ぶ 2 個の分割外輪で構成されている、請求項 1 に記載の複列自動調心ころ軸受。

【請求項 3】

前記 2 個の分割外輪間に隙間を設け、これら分割外輪間に予圧を負荷している、請求項 2 に記載の複列自動調心ころ軸受。

【請求項 4】

前記球面ころは、ころの最大径の位置がころ長さの中央に位置する対称ころである、請求項 1～3 のいずれかに記載の複列自動調心ころ軸受。

【請求項 5】

前記球面ころは、ころの最大径の位置がころ長さの中央から外れている非対称ころである、請求項 1～3 のいずれかに記載の複列自動調心ころ軸受。

【請求項 6】

風力を受けるブレードと、

その一端が前記ブレードに固定され、ブレードとともに回転する主軸と、

固定部材に組込まれ、前記主軸を回転自在に支持する複列自動調心ころ軸受とを備えた風力発電機の主軸支持構造において、

前記ブレードから遠い方の列の球面ころのころ長さを L_1 、近い方の列の球面ころのころ長さを L_2 、ブレードに近い方の列の球面ころと軌道輪との接触面に生ずる接触だ円の長径を A としたとき、

$L_2 < L_1$ 、

$L_2 > A$

の寸法関係が成立することを特徴とする、風力発電機の主軸支持構造。

【書類名】明細書

【発明の名称】複列自動調心ころ軸受および風力発電機の主軸支持構造

【技術分野】

【0001】

この発明は、複列自動調心ころ軸受に関し、特に左右の列の球面ころに不均等な荷重が作用する複列自動調心ころ軸受およびそのような軸受を備えた風力発電機の主軸支持構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、クリーンで無尽蔵なエネルギーを利用できる風力発電が注目されている。大型の風力発電設備では、風車を備えた発電機本体が地上から数十mの高さに設置されているので、風車のブレードの主軸を支持する軸受の保守には大変な労力と危険が伴う。そのため、風力発電機の主軸を支持する軸受には、高い信頼性と耐久寿命が要求される。

【0003】

風力発電機の主軸を回転自在に支持するのに好適な自動調心ころ軸受は、例えば特開 2004-11737号公報（特許文献1）に開示されている。この公報に開示されているように、大型の風力発電機における主軸用軸受には、図1に示すような大型の複列自動調心ころ軸受1が用いられることが多い。

【0004】

風力発電機の風車の主軸2は、ブレード3が設けられた先端側を片持ち支持するようにハウジング4に取り付けられるので、その片持ち支持用の軸受として、通常、主軸2の撓みに対応可能な大型の自動調心ころ軸受1が使用される。ブレード3が風力を受けると、主軸2がブレード3とともに回転する。この主軸2の回転は、増速機（図示せず）で増速されて発電機に伝達され、発電する。

【0005】

自動調心ころ軸受1は、内輪5と、外輪6と、複列の球面ころ7、8とを備える。風を受けて発電しているとき、ブレード3を支える主軸2には、ブレード3にかかる風力による軸方向荷重（軸受スラスト荷重）と、径方向荷重（軸受ラジアル荷重）が負荷される。複列自動調心ころ軸受1は、ラジアル荷重とスラスト荷重とを同時に受けることができ、かつ調心性をもつため、ハウジング4の精度誤差や、取り付け誤差による主軸2の傾きを吸収でき、かつ運転中の主軸2の撓みを吸収できる。

【特許文献1】特開 2004-11737号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記の風力発電機の主軸支持用の複列自動調心ころ軸受1では、風車の回転中はラジアル荷重の他に大きなスラスト荷重が負荷される。この場合、複列の球面ころ7、8のうち、ブレード3から遠い方の列の球面ころ8が、ラジアル荷重とスラスト荷重とを同時に受けることになる。ブレード3に近い方の列の球面ころ7については、スラスト荷重があまりかからず、もっぱらラジアル荷重を受けることになる。

【0007】

一方、無風状態においては、主軸支持用軸受1にかかる荷重はもっぱらラジアル荷重となる。そのため、ブレード3に近い方の列の球面ころ7については、風車の回転中よりも、風車が回転しない無風状態のときの方が大きなラジアル荷重を受けることになる。

【0008】

上記のように、風力発電機の主軸支持用複列自動調心ころ軸受1の場合、ブレード3から遠い方の列の球面ころ8の負荷が大きくなるので、ブレード3に近い方の列の球面ころ7に比べて転がり疲労寿命が短くなる。一方、ブレード3に近い方の列の球面ころ7では軽負荷となり、球面ころ7と内外輪5、6の軌道面5a、6aとの間で滑りを生じ、表面損傷や摩耗の問題を引き起こす。大きな荷重に対応するために軸受サイズを大きくするこ

とが考えられるが、軽負荷側では余裕が大きくなりすぎ、不経済である。

【0009】

この発明の目的は、負荷に応じた適正な支持が各列で行なえて、実質寿命を延長することができ、また材料に無駄のない経済的な複列自動調心ころ軸受およびこの軸受を用いた風力発電機の主軸支持構造を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明に従った複列自動調心ころ軸受は、内外の軌道輪の間に複列に球面ころを配置したものであって、次のことを特徴とする。すなわち、一方列の球面ころのころ長さを L_1 、他方列の球面ころのころ長さを L_2 、他方列の球面ころと軌道輪との接触面に生ずる接触だ円の長径を A としたとき、次の寸法関係が成立する。

【0011】

$$L_2 < L_1$$

$$L_2 > A$$

上記のように、左右の列の球面ころのころ長さを異ならせるようにすれば、それぞれの球面ころの負荷容量が異なったものとなる。従って、負荷容量が大きくなる列にころ長さが大きな球面ころを用い、軽負荷側の列にころ長さが小さな球面ころを用いれば、負荷に応じた適正な支持が各列で行なえ、軸受寿命が長くなる。軽負荷側の列の球面ころの場合、ころ長さを短くするにも限度がある。すなわち、使用時における荷重を十分に支持できるだけのころ長さが必要である。そこで、本発明では、軽負荷側の球面ころのころ長さを、球面ころと軌道輪との接触面に生じる接触だ円の長径よりも大きくなるようにする。接触だ円の長径よりも大きなころ長さを有する球面ころであれば、使用時の荷重に十分耐えることができ、長寿命となる。

【0012】

球面ころと軌道輪の軌道面とが荷重を受けると、その接触面は弾性変形し、接点の周りにだ円形の接触面が生じる。このだ円形の接触面が「接触だ円」である。

【0013】

外輪は、単一のものでもよいし、軸方向に並んだ2個の分割外輪で構成してもよい。外輪を分割構造とする場合に、2個の分割外輪間に隙間を設け、これら分割外輪間に予圧を負荷するようにしてもよい。予圧は、ころ長さの小さいころ列側から与えることが好ましい。

【0014】

球面ころとしては、ころの最大径の位置がころ長さの中央に位置する対称ころでもよいし、ころの最大径の位置がころ長さの中央から外れている非対称ころでもよい。

【0015】

この発明に従った風力発電機の主軸支持構造は、風力を受けるブレードと、その一端がブレードに固定され、ブレードとともに回転する主軸と、固定部材に組込まれ、主軸を回転自在に支持する複列自動調心ころ軸受とを備える。自動調心ころ軸受に注目すると、ブレードに遠い方の列の球面ころのころ長さを L_1 、近い方の列の球面ころのころ長さを L_2 、ブレードに近い方の列の球面ころと軌道輪との接触面に生ずる接触だ円の長径を A としたとき、次の寸法関係が成立する。

【0016】

$$L_2 < L_1$$

$$L_2 > A$$

風力発電機の主軸を支持する軸受では、ブレードに作用する風圧の影響で、ブレードから遠い方の列の球面ころにラジアル荷重とともに大きなスラスト荷重がかかる。一方、ブレードに近い方の列の球面ころには、もっぱらラジアル荷重がかかる。本発明では、高負荷側の列の球面ころにころ長さの大きいものを使用し、軽負荷側の列の球面ころにころ長さの小さいものを使用しているため、各列に対して負荷に応じた適正な支持を行なうことができる。ころ長さを小さくした軽負荷側の球面ころは、風車が静止する無風状態にお

る大きなラジアル荷重に耐えるだけの長さ寸法を有していなければならない。そこで、本発明では、ブレードに近い方の列の球面ころのころ長さ寸法を、この球面ころと軌道輪との接触面に生ずる接触だ円の長径よりも大きくする。

【発明の効果】

【0017】

以上のように、この発明に従った複列自動調心ころ軸受によれば、左右の列の球面ころのころ長さを異ならせ、小さい寸法の球面ころのころ長さを接触だ円の長径よりも大きくしているので、負荷に応じた適正な支持が各列で行なえて、実質寿命を延長することができる。また、このような複列自動調心ころ軸受を風力発電機の主軸支持構造に適用することにより、主軸に作用する特性に応じた適正な支持を行なえるので、信頼性が高く、長寿命の主軸支持構造が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図2および図3を参照して、この発明の一実施形態に係る複列自動調心ころ軸受を説明する。

【0019】

複列自動調心ころ軸受10は、内輪20と、外輪30と、両軌道輪の間に複列に配置した球面ころ11、12と、これらの球面ころ11、12を保持する保持器13とを備える。保持器13は、各列毎に別個に設けられたものである。外輪30の軌道面30aは球面状に形成されており、各列の球面ころ11、12の外周面は、外輪30の軌道面30aに沿う球面形状を有している。

【0020】

外輪30は、その外径面における中間位置に油溝31を有し、さらに油溝31から内径面にまで貫通する油孔32を有している。油孔32は、円周方向の1箇所または複数箇所に設けられている。

【0021】

図示した実施形態における内輪20は、幅方向の両端に外鍔22、23を有し、また中間に中鍔21を有している。なお、他の実施形態として、鍔無しの内輪を用いることも可能である。内輪20は、各列の球面ころ11、12の外周面に沿う断面形状の複列の軌道面20a、20bを有している。

【0022】

左右の列の球面ころ11、12のころ長さ寸法に注目すると、図中右側列の球面ころ11の長さ寸法L1は、左側列の球面ころ12の長さ寸法L2よりも大きくされている。また、図示した実施形態では、左右の列の軸受部分10a、10bは、互いに接触角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が異なるものとされる。この場合、長さ寸法の大きな球面ころ11の列に対応する軸受部分10aの接触角 $\theta 1$ の方が、長さ寸法の小さな球面ころ12の列の軸受部分10bの接触角 $\theta 2$ よりも大きく設定されている。

【0023】

両列の球面ころ11、12の外径は、例えば最大径が同じとされる。変更例として、両列の球面ころ11、12の外径を互いに異ならせてもよい。例えば、長さ寸法の大きな球面ころ11の方が、長さ寸法の小さな球面ころ12よりも大きな外径を有するようにしてもよい。各列の球面ころ11、12の形状に関しては、ころの最大径の位置がころ長さの中央に位置する対称ころであってもよいし、ころの最大径の位置がころ長さの中央から外れている非対称ころであってもよい。

【0024】

図3は、小さなころ長さ寸法L2を有する球面ころ12が、内輪20の軌道面20b上に位置している状態を模式的に示している。球面ころ12と内輪20の軌道面20bとが荷重を受けると、その接触面は弾性変形し、接点の周りにだ円形の接触面、すなわち接触だ円14が生じる。図示していないが、球面ころ12と外輪30の軌道面30aとの接触面においても同様の接触だ円が生じる。球面ころ12のころ長さ寸法L2は、接触だ円1

4の長径Aよりも大きくなるようにされている。

【0025】

上記構成の複列自動調心ころ軸受10は、左右の列に非対称の負荷が作用する用途、例えば一方の列にスラスト荷重とラジアル荷重とを受け、他方の列にはもっぱらラジアル荷重のみを受けるような用途に用いられる。この場合、スラスト荷重およびラジアル荷重を受ける高負荷側列にころ長さ寸法の大きな球面ころ11を用い、もっぱらラジアル荷重のみを受ける軽負荷側列にころ長さ寸法の小さな球面ころ12を用いる。

【0026】

上記のように、高負荷側列にころ長さ寸法の大きな球面ころ11を配置し、軽負荷側列にころ長さ寸法の小さな球面ころ12を配置することにより、各列の負荷状況に応じた適正な支持を行なうことができる。すなわち、高負荷側列では負荷能力が増大しているので、転がり疲労寿命が向上する。また、軽負荷側列ではころ長さ寸法の小さな球面ころ12と軌道面30a, 20bとの接触応力が大きくなり、かつころの自重が小さくなるので滑りが軽減される。

【0027】

さらに、ころ長さ寸法を小さくした球面ころ12においても、そのころ長さ寸法L2は接触だ円14の長径Aよりも大きいので、使用時におけるラジアル荷重に十分に耐えることができる。

【0028】

図4は、この発明の他の実施形態に係る自動調心ころ軸受を示している。なお、図2に示した実施形態と同一の参照番号は、同一または相当の要素を示すものであるので、詳しい説明を省略する。図4に示す実施形態では、外輪30を、軸方向に並ぶ2個の分割外輪30A, 30Bで構成している。両分割外輪30A, 30Bは、自然状態、つまり両分割外輪の軌道面が同じ球面状に位置する状態で、互いの間に隙間dが生じるように設けられている。

【0029】

図4に示すように、好ましくは、予圧付与手段41によって、両側の分割外輪30A, 30Bの隙間dが狭まるように予圧が付与される。予圧付与手段41として、例えばばね部材や、締め付けねじ等を用いることができる。ばね部材を用いる場合、例えば、円周方向の複数箇所において外輪30Bの端面に接するように圧縮ばねを配置する。予圧付与手段41は、好ましくは、ころ長さの小さい球面ころ12側から予圧を与える。

【0030】

上記のように、外輪30を分割構造にすると、非対称形状の外輪30を容易に製造することができる。また、外輪30に予圧を与えることで、ころ長さの小さな球面ころ12の滑りを積極的に抑制することができる。なお、外輪を分割構造にすることに加えて、内輪20も軸方向に並んだ2個の分割内輪で構成するようにしてもよい。このようにすれば、左右非対称の内輪20の製造が容易になる。

【0031】

図5および図6は、図2～図4に示したような本発明の実施形態に係る複列自動調心ころ軸受が適用された風力発電機の主軸支持構造の一例を示している。主軸支持構造の主要部品を支持するナセル52のケーシング53は、高い位置で、旋回座軸受51を介して支持台50上に水平旋回自在に設置されている。一端にブレード57を保持する主軸56は、ナセル52のケーシング53内で、軸受ハウジング54に組込まれた主軸支持軸受55を介して回転自在に支持されている。主軸56の他端は増速機58に接続され、この増速機58の出力軸が発電機59のロータ軸に結合されている。ナセル52は、旋回用モータ60により、減速機61を介して任意の角度に旋回させられる。

【0032】

図示した実施形態では、主軸支持軸受55は2個並べて設置されているが、1個であってもよい。この主軸支持軸受55として、本発明の実施形態に係る複列自動調心ころ軸受が用いられる。この場合、ブレード57から遠い方の列の球面ころに大きな負荷がかかる

ので、ころ長さ寸法の大きな球面ころを用いる。ブレード 57 に近い方の列の球面ころには主としてラジアル荷重のみが加わるので、ころ長さ寸法の小さな球面ころを用いる。

【0033】

風力発電機の風車が静止する無風状態においては、大きなラジアル荷重が作用するので、この荷重に耐えられるようにするために、ブレード 57 に近い方の列に位置する球面ころのころ長さ寸法を、この球面ころと軌道輪との接触面に生ずる接触だ円の長径よりも大きくする。

【0034】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示した実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変更を加えることが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0035】

この発明は、左右の列の球面ころに不均等な荷重が作用する複列自動調心ころ軸受およびそのような軸受を備えた風力発電機の主軸支持構造に有利に利用され得る。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図 1】 風力発電機の主軸支持軸受の従来例を示す断面図である。

【図 2】 本発明の一実施形態に係る複列自動調心ころ軸受を示す断面図である。

【図 3】 ころ長さ寸法の小さな球面ころと内輪軌道面との接触面に生じた接触だ円を示す図解図である。

【図 4】 本発明の他の実施形態に係る複列自動調心ころ軸受を示す断面図である。

【図 5】 本発明に係る複列自動調心ころ軸受を用いた風力発電機の主軸支持構造の一例を示す図である。

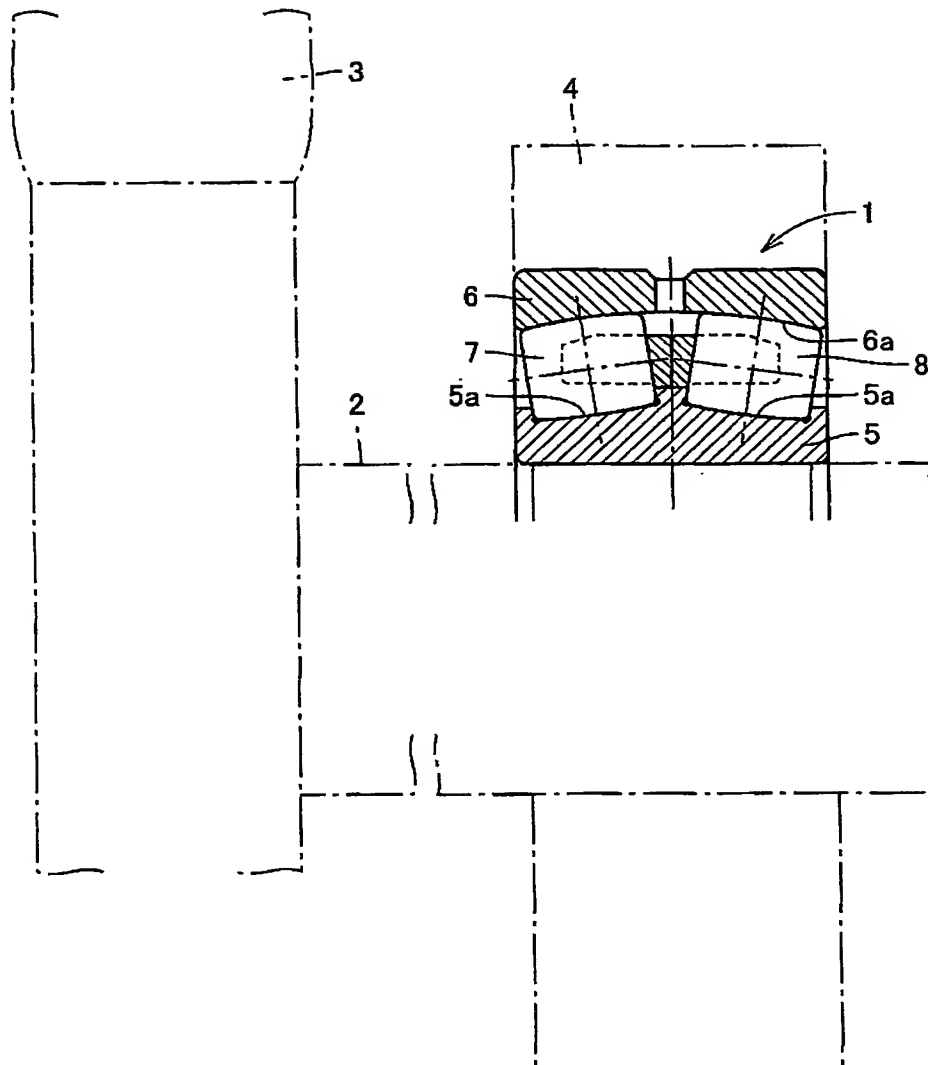
【図 6】 図 5 に示した風力発電機の主軸支持構造の図解的側面図である。

【符号の説明】

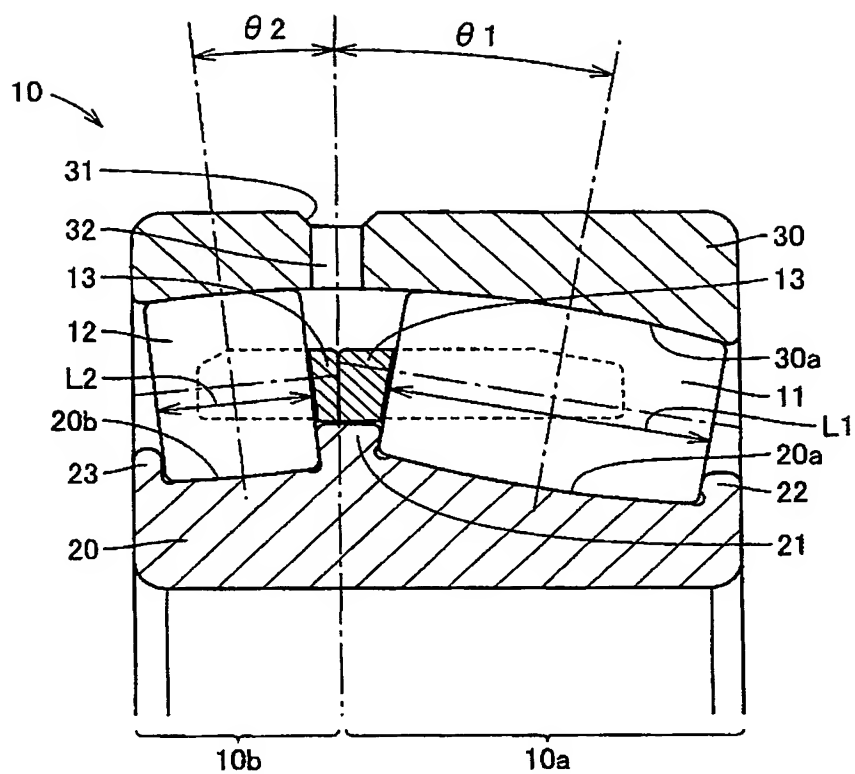
【0037】

10 複列自動調心ころ軸受、11, 12 球面ころ、13 保持器、14 接触だ円、20 内輪、20a, 20b 軌道面、21 中鏑、22, 23 外鏑、30 外輪、30a 軌道面、31 油溝、32 油孔、40 軸受ハウジング、41 予圧付与手段、50 支持台、51 旋回座軸受、52 ナセル、53 ケーシング、54 軸受ハウジング、55 主軸支持軸受、56 主軸、57 ブレード、58 増速機、59 発電機、60 旋回用モータ、61 減速機。

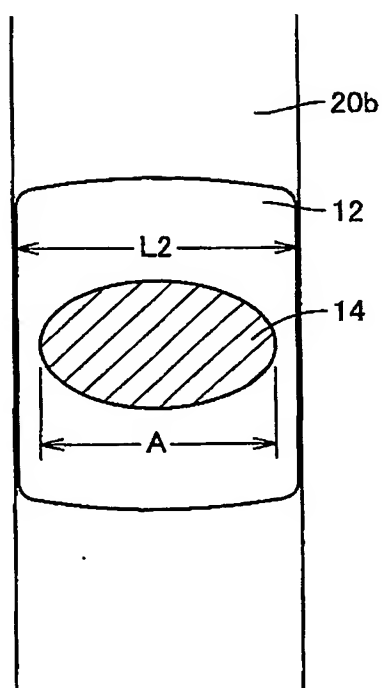
【書類名】 図面
【図 1】



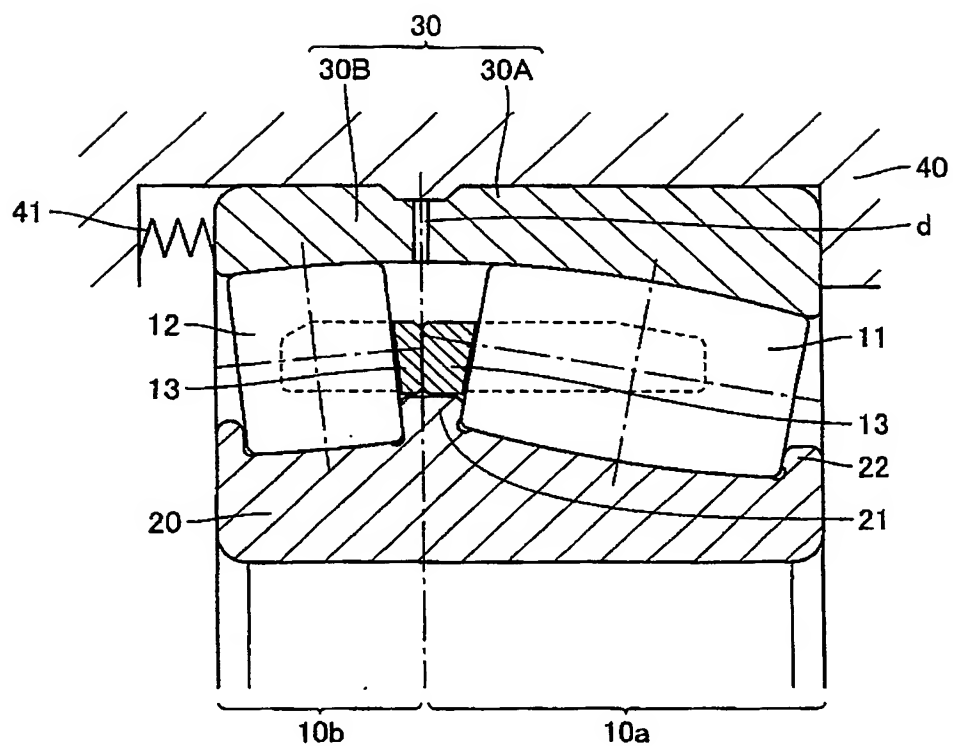
【図 2】



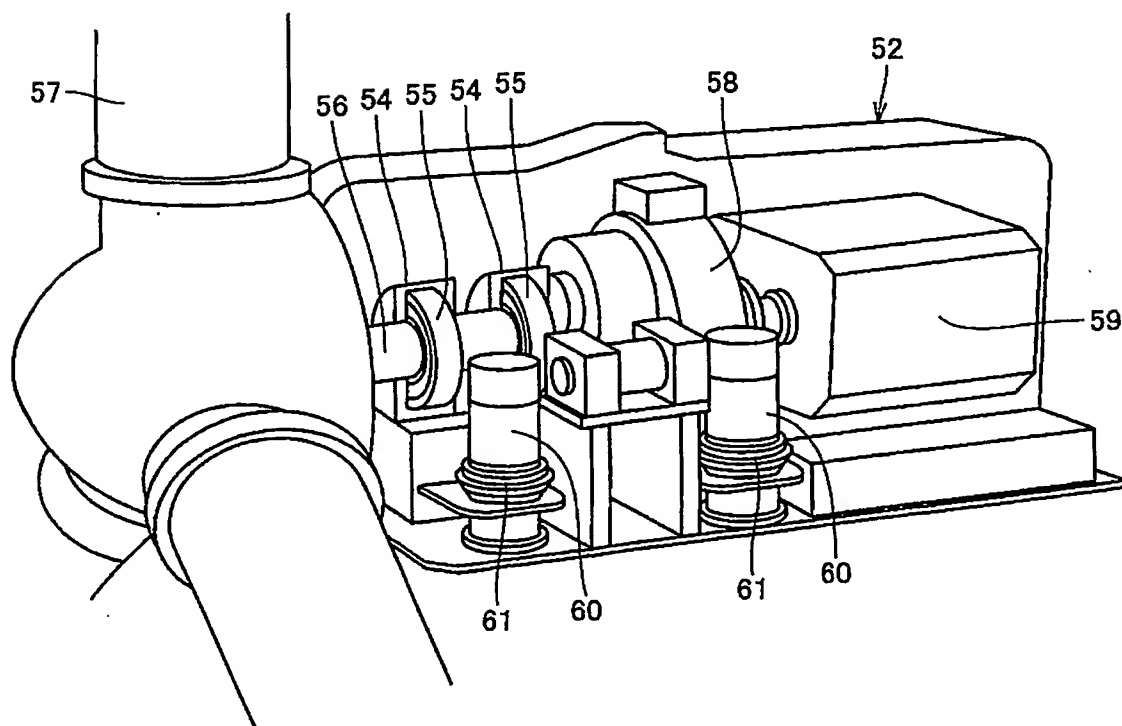
【図 3】



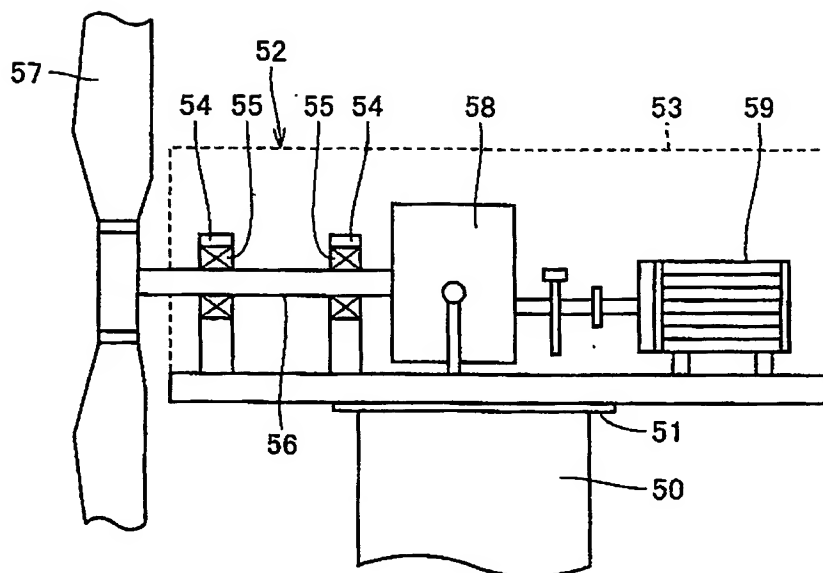
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 負荷に応じた適正な支持が各列で行なえて、実質寿命を延長することができ、また材料に無駄のない経済的な複列自動調心ころ軸受を提供する。

【解決手段】 一方列の球面ころ 1 1 のころ長さ寸法を L_1 、他方列の球面ころ 1 2 のころ長さ寸法を L_2 、他方列の球面ころ 1 2 と軌道輪 2 0 b との接触面に生ずる接触だ円 1 4 の長径を A としたとき、次の寸法関係が成立する。

$$L_2 < L_1$$

$$L_2 > A$$

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 4 - 2 7 3 0 2 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 0 2 6 9 2]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 5 日

[変更理由]

名称変更

住 所

大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号

氏 名

N T N 株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/016977

International filing date: 16 November 2004 (16.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-273029
Filing date: 21 September 2004 (21.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.